

SOLID-STATE IMAGE SENSING ELEMENT

Publication Number: 2001-077339 (JP 2001077339 A) , March 23, 2001

Inventors:

- KIMURA MASAO

Applicants

- SONY CORP

Application Number: 11-249471 (JP 99249471) , September 03, 1999

International Class:

- H01L-027/14
- G02B-003/00
- G02B-005/20
- H04N-009/07

Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a solid-state image sensing element which is constructed so that an area of an opening part can be enlarged practically. **SOLUTION:** A solid-state image sensing element 20 is formed by providing a light receiving sensor 3 which performs photoelectric conversion to a surface layer of a base 2, and providing transfer electrodes 4, 5 for transferring charge formed in a light receiving sensor onto the base 2 and a light screening film 6 covering the same. A lattice-like or stripe-like light screening wall 21 which becomes a partition for picture element isolation is provided on the light screening film 6. Each picture element partitioned by a light screening wall is provided with inlay lenses 22, 23 positioned in part immediately above a light receiving sensor part 3. A flattened passivation film 27 is provided on the light screening wall. A color filter layer 28 is provided on the passivation film 27. An on-chip lens 29 is provided on the color filter layer 28. **COPYRIGHT:** (C)2001,JPO

JAPIO

© 2005 Japan Patent Information Organization. All rights reserved.

Dialog® File Number 347 Accession Number 6849839

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2001-77339

(P 2001-77339A)

(43) 公開日 平成13年3月23日 (2001. 3. 23)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号		F I		テーマコード* (参考)	
H 0 1 L	27/14		H 0 1 L	27/14	D	2H048
G 0 2 B	3/00		G 0 2 B	3/00	A	4M118
	5/20	1 0 1		5/20	1 0 1	5C065
H 0 4 N	9/07		H 0 4 N	9/07	D	

審査請求 未請求 請求項の数 2

O L

(全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平11-249471

(22) 出願日 平成11年9月3日 (1999. 9. 3)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 木村 匡雄

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74) 代理人 100086298

弁理士 船橋 國則

F ターム (参考) 2H048 BA02 BB01 BB02 BB10 BB13

BB24 BB46

4M118 AA10 AB01 BA10 CA32 CA33

CA34 EA01 GA09 GC07 GD04

5C065 BB22 BB44 CC01 DD01 EE03

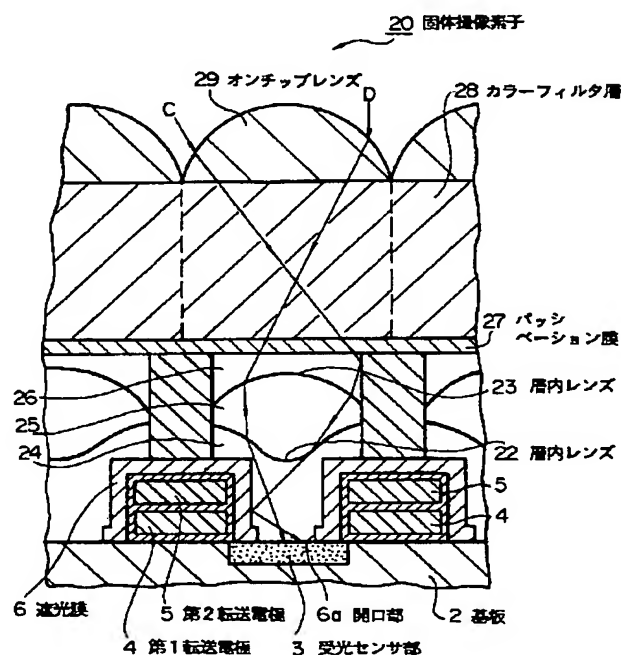
EE11 EE14

(54) 【発明の名称】 固体撮像素子

(57) 【要約】

【課題】 開口部の面積を実質的に広げることのできる構造の固体撮像素子の提供が望まれている。

【解決手段】 基体 2 の表層部に光電変換をなす受光センサ部 3 が設けられ、基体 2 上に受光センサ部で形成された電荷を転送するための転送電極 4、5 とこれを覆う遮光膜 6 とが設けられてなる固体撮像素子 20 である。遮光膜 6 上に、画素分離をなすための仕切りとなる格子状あるいはストライプ状の遮光壁 21 が設けられている。遮光壁 21 で仕切られた各画素毎に、受光センサ部 3 の直上部に位置して層内レンズ 22、23 が設けられている。遮光壁 21 の上に平坦化されたパッシベーション膜 27 が設けられている。パッシベーション膜 27 の上にカラーフィルタ層 28 が設けられている。カラーフィルタ層 28 の上にオンチップレンズ 29 が設けられている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基体の表層部に光電変換をなす受光センサ部が設けられ、基体上に受光センサ部で形成された電荷を転送するための転送電極と該転送電極を覆う遮光膜とが設けられてなる固体撮像素子において、前記遮光膜上に、画素分離をなすための仕切りとなる格子状あるいはストライプ状の遮光壁が設けられ、前記遮光壁で仕切られた各画素毎に、前記受光センサ部の直上部に位置して層内レンズが設けられ、前記遮光壁の上に平坦化されたパッシベーション膜が設けられ、前記パッシベーション膜の上にカラーフィルタ層が設けられ、前記カラーフィルタ層の上にオンチップレンズが設けられてなることを特徴とする固体撮像素子。

【請求項 2】 前記遮光壁が遮光膜に連続して形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の固体撮像素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、受光センサ部への集光効率を高めた固体撮像素子に関する。

【0002】

【従来の技術】固体撮像素子として、従来、例えば図 3 (a) に示す構造のものが知られている。この固体撮像素子 1 は、シリコン基板等からなる基板 (基体) 2 の表層部に光電変換をなす受光センサ部 3 を形成し、基板 2 上に、受光センサ部 3 で形成された電荷を転送するための第 1 転送電極 4 および第 2 転送電極 5 と、該転送電極 4、5 を覆う遮光膜 6 とを形成したものである。受光センサ部 3 の直上部には遮光膜 6 の開口部 6 a が形成されており、この開口部 6 a 内に臨む面が受光センサ部 3 の実質的な受光面となっている。

【0003】また、基板 2 上には、遮光膜 6、6 の間、および遮光膜 6 上に埋め込み平坦化層 7 が形成され、さらにこの上にパッシベーション膜 8 が形成されている。そして、このパッシベーション膜 8 上にはカラーフィルタ層 9 が形成され、このカラーフィルタ層 9 上にはオンチップレンズ 10 が形成されている。

【0004】ところで、近年固体撮像素子では、チップサイズの縮小や多画素化の促進に伴い、その単位画素サイズの縮小が進んでいる。しかしながら、このような単位画素サイズの縮小は基板 2 の面方向 (水平方向) での縮小がほとんどであり、基板 2 の厚み方向 (垂直方向) での縮小に関しては、面方向に比べ技術的に困難であることから遅れているのが現状である。このため、単位画素について注目した場合、そのアスペクト比 (基板の面方向に対する垂直方向の比率) は上昇する一方となっている。

【0005】例えば、図 3 (a) に示したようにセルサイズを $4\mu\text{m}$ 口とし、第 1 転送電極 4、第 2 転送電極 5

の膜厚を 400nm とした場合で考えると、第 1 転送電極 4 と第 2 転送電極 5 とが重ね合わされた箇所では、受光センサ部 3 の受光面のレベルからオンチップレンズ 10 の裾部分 (カラーフィルタ層 10 の上面のレベル) までの厚さが約 $4.5\mu\text{m}$ 程度となる。したがって、この場合のアスペクト比は、 $4.5/4=1.125$ となる。

【0006】一方、図 3 (b) に示すようにセルサイズを $3\mu\text{m}$ 口とした場合には、受光センサ部 3 からその上の層に何等変化がないとすると、アスペクト比は $4.5/3=1.5$ となる。このとき、オンチップレンズ 10 の厚さが $1\mu\text{m}$ 程度であるとする、その断面形状は図 3 (b) に示したようになる。すなわち、図 3 (a) に示した状態から図 3 (b) に示した状態となるように、単一画素サイズ (セルサイズ) が縮小されるにもかかわらずオンチップレンズ 10 の厚みに変化がないと、図 3 (b) に示したようにオンチップレンズ 10 の曲率半径が小さくなってその焦点が受光センサ部 3 の受光面でなくこれより上方に位置するようになり、その結果、集光効率が低下してしまうのである。このような集光効率の低下は、今後単一画素サイズの縮小が進むに連れ、さらに悪化すると予想される。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】従来、集光効率の向上を図るためには、オンチップレンズ 10 の形状等の最適化などを検討してきたが、オンチップレンズ 10 の形状の最適化は該レンズ 10 の加工限界に大きく依存するため、集光状態を改善して集光効率を高めるにも限界があり、特にアスペクト比の大きい単一画素の場合では、受光センサ部 3 に効率よく集光させるのは困難であった。

【0008】したがって、前述したように集光効率の低下が進むと、固体撮像素子の面内での感度勾配や、隣接画素への入射による混色、さらには感度低下やスミアレベルの悪化など、特性の低下が引き起こされてしまう。例えば、図 3 (a) 中の矢印 A で示すようにオンチップレンズ 10、カラーフィルタ層 9 を透過した光が隣接画素に入射してしまったり、矢印 B で示すように光が遮光膜 6 上に到達してここで反射されることにより受光センサ部 3 に入射せず、結果として感度の低下が起きているのである。また、基板 2 の表面より上の層に何らかの改善を行い、層厚を薄くすることも考えられるが、その場合には電気的特性上の制約や特性低下が誘発されてしまい、デバイス設計・作製に制約が与えられてその自由度が低下してしまう。

【0009】一方、面方向の縮小に関しては、単一画素サイズの縮小に伴って第 1 転送電極 4 や第 2 転送電極 5 を単純に縮小した場合、取扱い電荷量の特性が著しく低下してしまうため、これら転送電極 4、5 の縮小率を単一画素サイズの縮小率に一致させることができない。したがって、図 3 (a) に示した状態から図 3 (b) に示

した状態となるように面方向を縮小した場合、受光センサ部 3 の実質的な受光面となる遮光膜 6 の開口部 6 a の面積が減少してしまい、感度の低下が引き起こされることになる。

【0010】本発明は前記事情に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、単一画素サイズのアスペクト比に大きく依存することがなく、かつ、開口部 6 a の面積を実質的に拡げることのできるような構造の固体撮像素子を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明者は前記課題を解決すべく鋭意研究を進めた結果、図 3 (a)、(b) に示したような構造の従来の固体撮像素子にあっては、遮光膜 6 より上側には酸化ケイ素等の半導体材料層や樹脂層が設けられているだけであり、光の透過を防止し、または光を反射する構成が設けられていないことに注目した。すなわち、このような構成が設けられていないことから、集光効率が低下した場合に、隣接画素への入射を抑えることができず、また、遮光膜 6 の上方に入射する光を感度に寄与させることが全くできないでいたのである。

【0012】そこで、本発明の固体撮像素子では、基体の表層部に光電変換をなす受光センサ部が設けられ、基体上に受光センサ部で形成された電荷を転送するための転送電極と該転送電極を覆う遮光膜とが設けられてなる固体撮像素子において、前記遮光膜上に、画素分離をなすための仕切りとなる格子状あるいはストライプ状の遮光壁を設け、前記遮光壁で仕切られた各画素毎に、前記受光センサ部の直上部に位置して層内レンズを設け、前記遮光壁の上に平坦化されたパッシベーション膜を設け、前記パッシベーション膜の上にカラーフィルタ層を設け、前記カラーフィルタ層の上にオンチップレンズを設けことを前記課題の解決手段とした。

【0013】この固体撮像素子によれば、遮光膜上に画素分離をなすための仕切りとして格子状あるいはストライプ状の遮光壁を設けたので、この遮光壁により、入射光のうちこの遮光壁に到達した光が隣接する画素に入射してしまうのを防止することが可能となり、さらに、該入射光を遮光壁で反射して受光センサ部に入射させ、集光効率を向上させることが可能になる。

【0014】また、層内レンズとオンチップレンズとを設けたことにより、集光効率をさらに向上させることが可能になる。また、平坦化されたパッシベーション膜の上にカラーフィルタ層を設けたので、このカラーフィルタ層の膜厚が一定になり、したがってカラーフィルタ層の全域において分光特性に差が生じないことにより、良好なカラー表示が可能になる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明の固体撮像素子を詳しく説明する。図 1 は本発明の固体撮像素子の一実施形

態例を示す図であり、図 1 中符号 20 は固体撮像素子である。この固体撮像素子 20 は、従来のものと同様にシリコン基板等からなる基板（基体）2 の表層部に光電変換をなす受光センサ部 3 を形成し、基板 2 上に、受光センサ部 3 で形成された電荷を転送するための第 1 転送電極 4 および第 2 転送電極 5 と、該転送電極 4、5 を覆う遮光膜 6 とを形成したものである。受光センサ部 3 の直上部には遮光膜 6 の開口部 6 a が形成されており、この開口部 6 a 内に臨む面が受光センサ部 3 の実質的な受光面となっている。

【0016】前記遮光膜 6 上には、画素分離をなすための仕切りとなる格子状の遮光壁 21 が設けられている。この遮光壁 21 は、本例では金属等の遮光材料からなる遮光膜 6 と同じ材料で形成されたもので、矩形状に形成された遮光膜 6 の開口部 6 a を囲むようにして形成されたものであり、遮光膜 6 に連続した状態で形成されたものである。また、この遮光壁 21 は、本例においてはその幅が転送電極 4（5）を覆っている遮光膜 6 の幅より狭く形成されている。

【0017】基板 2 上には、遮光壁 21、21 で仕切られた各画素毎に凸型と凹型の層内レンズ 22、23 が形成されている。この凸型と凹型の層内レンズ 22、23 は、それぞれ前記受光センサ部 3 の直上部に位置するように形成されたもので、遮光膜 6 の開口部 6 a 内に集光するようその焦点設計がなされたものであり、基板 2 上に例えばシリコン酸化膜等の低屈折率材料からなる低屈折率層 24 が形成され、その上にシリコン窒化膜等の高屈折率材料からなる高屈折率層 25 が形成され、さらにその上に SOG (Spin On Glass) からなる低屈折率層 26 が形成されたことによって構成されたものである。すなわち、低屈折率層 24 と高屈折率層 25 との界面が上に凹となることによってこれら低屈折率層 24 と高屈折率層 25 との界面で凹型の層内レンズ 22 が形成され、高屈折率層 25 と低屈折率層 26 との界面が上に凸となることによってこれら高屈折率層 25 と低屈折率層 26 との界面で凸型の層内レンズ 23 が形成されているのである。

【0018】また、低屈折率層 26 および遮光壁 21 の上には、シリコン窒化膜からなるパッシベーション膜 27 が形成されている。このパッシベーション膜 27 は、後述するようにその下地である低屈折率層 26 および遮光壁 21 が平坦化されていることにより、該パッシベーション膜 27 自体も平坦化されたものとなっている。そして、このように平坦化されたパッシベーション膜 27 の上にはカラーフィルタ層 28 が形成され、このカラーフィルタ層 28 の上にはオンチップレンズ 29 が形成されている。

【0019】このような構成の固体撮像素子 20 を作製するにあたり、特に層内レンズ 22、23、および遮光壁 21 を形成するには、従来と同様にして基板 2 上に遮

光膜 6 を形成し、受光センサ部 3 上を開口して開口部 6 a を形成した後、低屈折率材料を成膜する。そして、この低屈折率材料からなる膜を従来公知のリソグラフィ技術、エッチング技術によってパターンニングし、図 1 に示したように受光センサ部 3 の直上位置にて上に凹となるような曲面形状に加工して低屈折率層 2 4 とする。

【0020】次に、この低屈折率層 2 4 の上に高屈折率材料を成膜する。そして、この高屈折率材料からなる膜を前記低屈折率層 2 4 の場合と同様にリソグラフィ技術、エッチング技術によってパターンニングし、受光センサ部 3 の直上位置にて上に凸となるような曲面形状に加工して高屈折率層 2 5 とする。これにより、この高屈折率層 2 5 と前記低屈折率層 2 4 との間に凹型の層内レンズ 2 2 が形成される。次いで、この高屈折率層 2 5 の上に SOG 膜を形成してこれを低屈折率層 2 6 とする。これにより、この低屈折率層 2 6 と前記高屈折率層 2 5 との間に凸型の層内レンズ 2 3 が形成される。

【0021】このようにして層内レンズ 2 2、2 3 を形成したら、従来公知のリソグラフィ技術、エッチング技術によって前記低屈折率層 2 6、前記高屈折率層 2 5、低屈折率層 2 4 をパターンニングし、遮光膜 6 の開口部 6 a を囲むようにして転送電極 4 (5) 上の遮光膜 6 の上に該遮光膜 6 の上面に通じる格子状の溝 (図示略) を形成する。なお、このように遮光膜 6 に通じるようにして溝を形成することから、低屈折率層 2 6、前記高屈折率層 2 5、低屈折率層 2 4 の材料としては、遮光膜 6 の材料に対して高い選択比がとれるものを選択するのが望ましい。次いで、この溝内を埋め込むようにして金属等の遮光材料を成膜し、その後、エッチバックまたは CMP 法 (化学的機械的研磨法) によって低屈折率層 2 6 上の遮光材料を除去し、溝内に遮光壁 2 1 を形成するとともに遮光膜 2 1 の上面および低屈折率層 2 6 の表面を平坦化する。

【0022】図 1 に示した固体撮像素子 20 にあっては、遮光膜上に画素分離をなすための仕切りとして格子状の遮光壁 2 1 を形成したので、この遮光壁 2 1 により、図 1 中矢印 C で示すように入射光のうちこの遮光壁 2 1 に到達した光が隣接する画素に入射してしまうのを防止することができ、さらに、該入射光を遮光壁 2 1 で反射して受光センサ部 3 に入射させ、集光効率を向上させることができる。

【0023】また、遮光壁 2 1 の幅を遮光膜 6 の幅より狭く形成しているので、遮光壁 2 1、2 1 間の開口幅を遮光膜 6 の開口部 6 a の開口幅より十分に広くすることができ、したがって遮光膜 6 の開口部 6 a を実質的に拡げて集光効率をより向上させることができる。さらに、このような遮光壁 2 1 を形成したことから、従来の遮光膜 6 の開口を実質的に遮光壁 2 1 で囲まれる開口に代えることができ、したがってこの開口をパッシベーション膜 2 7 のすぐ下にまで上昇させることができ、これによ

り全体の層圧を薄くした状態、すなわち単位画素サイズを基板の垂直方向に縮小したのと同等の効果を得ることができる。

【0024】また、このように実質的な開口をパッシベーション膜 2 7 のすぐ下にまで上昇させることができることから、パッシベーション膜 2 7 より下の各層の層厚が特性に与える影響を減少させることができ、これによりパッシベーション膜 2 7 より下の構造の自由度を高めることができる。

【0025】また、遮光壁 2 1 を遮光膜 6 に連続して形成したので、これら遮光壁 2 1 と遮光膜 6 との間を光が通り抜けししまうことを確実に防止することができる。また、層内レンズ 2 2、2 3 を設けたことにより、図 1 中矢印 D で示すように平行光だけでなく斜め光も混在する F 値光に対してもその集光効率を向上させることができる。また、平坦化されたパッシベーション膜 2 7 の上にカラーフィルタ層 2 8 を設けたので、このカラーフィルタ層 2 8 の膜厚が一定になり、したがってカラーフィルタ層 2 8 の全域において分光特性に差が生じないことにより、良好なカラー表示をなすことができる。

【0026】なお、前記実施形態例では、受光センサ部 3 の直上部に凹型の層内レンズ 2 2 と凸型の層内レンズ 2 3 とを形成したが、本発明はこれに限定されることなく、例えば図 2 に示すように凹型の層内レンズ 2 2 のみを形成してもよく、また図示しないものの凸型の層内レンズのみを形成するようにしてもよい。

【0027】また、前記実施形態例では、遮光壁 2 1 を格子状に形成したが、遮光膜 6 の開口部 6 a を挟むようにして該遮光壁 2 1 をストライプ状に形成してもよい。ここで、実質的に受光センサ部 3 の受光面となる遮光膜 6 の開口部 6 a は通常矩形に形成されているが、その場合には、この矩形の長辺に沿って遮光壁 2 1 を形成するのが望ましい。

【0028】なぜなら、このように矩形の開口部 6 a の上に形成されるオンチップレンズ 2 9 は開口部 6 a 形状に対応して平面視略楕円状 (長円状) に形成されるが、その場合に開口部 6 a の短辺方向で曲率半径が小さくなり、屈折が大きくなってその屈折光が受光センサ部 3 の受光面より上の位置に集められ、該受光面への入射率が低下するからであり、このように短辺方向に沿って斜めに入射する光の受光面への入射率が低下することから、長辺に沿って遮光壁 2 1 を形成することにより、受光面から外れた光を遮光壁 2 1 で反射して受光面に入射させ、あるいは隣接する画素に入射するのを防止することができるのである。

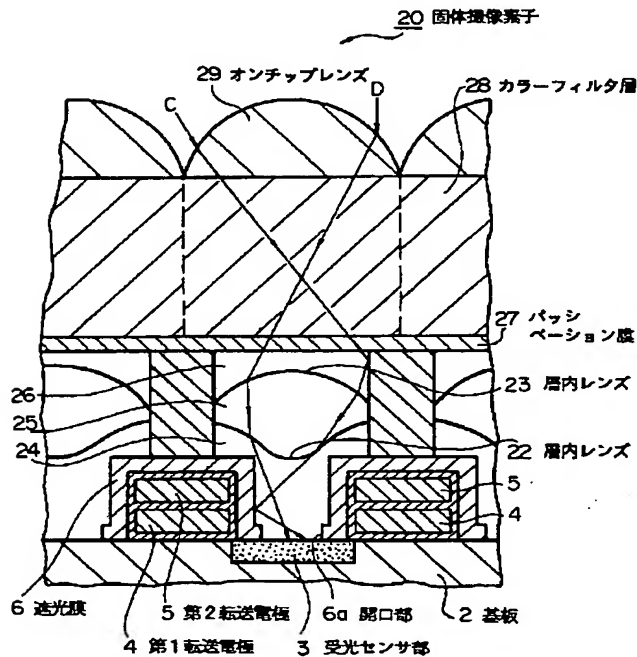
【0029】また、前記実施形態例では、遮光壁 2 1 の幅を遮光膜 6 の幅より狭く形成したが、本発明はこれに限定されることなく、該遮光膜 6 の幅と同等に形成するようにしてもよい。

【0030】

【発明の効果】以上説明したように本発明の固体撮像素子は、遮光膜上に画素分離をなすための仕切りとして格子状あるいはストライプ状の遮光壁を設けたものであるから、この遮光壁により、入射光のうちこの遮光壁に到達した光が隣接する画素に入射してしまうのを防止することができ、さらに、該入射光を遮光壁で反射して受光センサ部に入射させ、集光効率を向上させることができる。

【0031】また、層内レンズとオンチップレンズとを設けたことにより、集光効率をさらに向上させることができるとともに、特に層内レンズを設けたことにより、平行光だけでなく斜め光も混在するF値光に対してもその集光効率を向上させることができる。また、平坦化されたパッシベーション膜の上にカラーフィルタ層を設けたので、このカラーフィルタ層の膜厚を一定にすることができ、したがってカラーフィルタ層の全域において分

【図1】



光特性に差が生じないようにして良好なカラー表示を可能にすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の固体撮像素子の一実施形態例の概略構成を示す要部側断面図である。

【図2】本発明の固体撮像素子の他の実施形態例の概略構成を示す要部側断面図である。

【図3】(a)、(b)はそれぞれ従来の固体撮像素子の一例の概略構成を示す要部側断面図である。

【符号の説明】

2…基板(基体)、3…受光センサ部、4…第1転送電極、5…第2転送電極、6…遮光膜、6a…開口部、20…固体撮像素子、21…遮光壁、22…層内レンズ、23…層内レンズ、24…低屈折率層、25…高屈折率層、26…低屈折率層、27…パッシベーション膜、28…カラーフィルタ層、29…オンチップレンズ

【図2】

